基于人工智能的创新变革

章文光　吴映雄
(北京师范大学 政府管理学院,北京 100875)

摘　要: 人工智能技术作为一项通用目的性技术,具备创新产出和创新投入的双重属性。基于人工智能技术广泛应用价值,在梳理创新模式基础上,构建人工智能“创新投入——吸收重组过程——创新产出”三维分析框架,探讨人工智能通过拓展创新主体、搭建新兴技术创新基础平台、推动组织创新、打造新型商业模式四种机制对创新产生的促进作用,分析其对产业升级、经济增长和社会发展的影响具有现实价值。

关键词: 人工智能;创新;作用机制

中图分类号:C 93　　**文献标识码:**A　　**文章编号:**1000-5919(2020)04-0139-10

一、引　言

随着知识经济的不断深入,当今时代的不稳定性、不确定性、复杂性、模糊性等特征逐渐明显,国际竞争日趋激烈,国家经济发展速度快慢和企业竞争能力高低越来越取决于迭代演化和推陈出新的创新步伐。以人工智能、基因技术、新材料、大数据等为代表的创新成果对经济社会发展的外部性影响日益显著。人工智能因其“通用目的性”“技术先进性”“广泛应用性”优势,催生了一系列创新性技术,对产业升级、经济增长、社会发展、生产生活方式、生态环境、世界竞争格局等产生广泛影响。

人工智能作为第四次工业革命的基石, 发轫于 1956 年达特茅斯会议,经历了三次发展浪潮,符号系统、智能算法、传感器、专家系统、深度学习、模拟脑技术、神经网络技术等层出不穷,不仅创造了 AI 芯片产业、语音识别产业、视觉传达产业、无人机产业、机器人产业、智能游戏产业等新业态,而且在安防、零售、电力、勘探、金融、教育、文娱、农业、制造、交通、医疗、移动等传统产业不断拓展应用场景,重构传统产业价值链,提升传统产业生产效率。人工智能的赋能价值已在实务界得到广泛证实,逐渐被学界和政府所重视,正如 2018 年世界人工智能大会主题所示——“人工智能赋能新时代”。克劳斯·施瓦布在《第四次工业革命》中指出:以智能化为核心,人工智能、大数据、云计算为支撑的第四次工业革命即将展开。[①] 自 2013 年起,世界 20 多个国家将人工智能战略上升为国家战略,相继出台多项战略规划和支持政策促进人工智能技术和产业发展。

人工智能作为具有极大推动力的前沿性、战略性技术,具备既是创新产出也是创新投入的双重属性,其对创新和创新模式有何影响?这种影响通过哪些机制实现?这是亟须回应的理论和现实问题。

二、理论分析框架

人工智能作为一种新的创新驱动力,需要从理论上分析人工智能对创新的作用机制,并探讨其创新产出的经济效益及社会影响。

收稿日期:2020-05-18

作者简介:章文光,男,湖南澧县人,北京师范大学政府管理学院教授。

基金项目:国家社会科学基金重大项目“基于市场导向的创新体系中政府作用边界、机制及优化”(项目编号:18ZDA114)阶段性成果。

① 克劳斯·施瓦布, 李菁译:《第四次工业革命》,北京:中信出版社 2016 年版。

(一)多视角下的创新模式理论

自熊彼特提出创新理论以来,创新作为“实施新的组合”,涉及新技术、新产品、新组织程序或流程、新商业模式等的创建,涵盖技术及产品创新、组织创新、商业模式创新等创新形式。不同学者基于不同的创新内涵视角,总结提炼出了不同的创新模式。

从技术及产品创新的角度,学者们提出了渐进式创新、实质性创新、技术系统改变、技术—经济范式革命四类创新模式。渐进式创新是在现有技术基础上渐进、连续的改良,包涵产品性能的逐步改进、成本的逐步降低、工艺流程的逐步优化等,创新目标在于维护和加强现有技术的地位;实质性创新是开发超越现有技术的新技术,通常来源于研发部门,其创新成果会推动整个产业的变革;技术系统改变是指一些重大的技术创新,催生出新产业;技术—经济范式革命是指某些特别重大的技术创新,影响各个产业领域。这些都是根据技术及产品的创新程度和影响范围而划分的创新模式。

从组织创新的角度,学者们提出了线性创新、非线性创新、破坏性创新、融合创新等创新模式。线性创新认为创新过程是一个从“创意→研究开发→中试→生产制造→市场营销”的线性过程,以创新发明为开端,以生产链为依托,借助资本、企业家精神和大规模生产等实现“超级竞争态势”,属于组织流程的程序化和规范化创新;非线性创新范式认为研发不是创新唯一来源,也不认为创新是一个线性程序化流程,主张创新可以由任何一个环节开始,在技术和市场综合作用下产生,属于组织流程再造的创新;破坏性创新提出了一种创新实施路径,即在小众市场出现了独特的新产品或服务,逐渐渗透到大众市场并扩大生产及销售规模,最终新产品淘汰原有产品并完全重新定义该市场,是基于细分市场的组织创新;融合创新旨在解决不同创新组织的协调问题,强调“社会化学习、社会资本、集体行动”的融合过程,①属于探索多组织协调机制的组织创新。

从商业模式创新的角度,学者们提出了开放式创新模式。开放式创新指出为应对创新风险性和市场不确定性,需要突破组织边界整合外部资源实现绩效最大化,强调在创新链各环节与组织内外部多种创新主体进行合作创新,研发、设计、生产、分配、销售等创新活动可由不同组织分散完成,进而演绎出产业集聚、产业网络、产业生态系统等,开放式创新重点在于基于创新链搭建创新合作平台,从而实现各方创新参与者的互利共赢,属于商业模式创新。

此外,学者们还从创新参与主体的角度,提出了三螺旋创新和责任式创新模式。三螺旋创新认为:在知识化社会,创新主体发生了转移和拓展,创新的焦点不再是局限于企业组织内部的研发活动,大学(科研)、企业(商业)和政府(治理)多主体的创新活动领域越来越重叠,三螺旋创新旨在研究政府、企业、大学等创新主体之间的互动关系;责任式创新从技术的主体性出发②,分析了人工智能技术所产生的社会伦理等权责问题,因为主体才具有权利和责任等,其隐含前提是人工智能具备一定主体性,在强人工智能时代可能获得同人类一样的身份角色。③

(二)人工智能对创新的“投入—过程—产出”分析框架

布伦德格、陈劲等④提出的责任式创新探讨了人工智能对创新的影响,主要是对创新进行投入(人工智能技术)—产出(经济、社会、伦理)分析。为了打开投入—产出中间过程的“黑箱”,分析人工智能

---

① 章文光、JiLu、LauretteDubé:《融合创新及其对中国创新驱动发展的意义》,《管理世界》2016年第6期,第5页。

② Brundage M.,“Artificial Intelligence and Responsible Innovation”,*Springer International Publishing*,2016:541-552.

③ 颜佳华、王张华:《人工智能与公共管理者角色的重新定位》,《北京大学学报(哲学社会科学版)》2019年第6期,第78页。

④ 梅亮、陈劲、吴欣桐:《责任式创新范式下的新兴技术创新治理解析——以人工智能为例》,《技术经济》2018年第1期,第1页。

投入对创新产出(产业、经济和社会发展)的作用机理,借鉴希克斯(*Heeks*)理论模型,①可以构建基于人工智能对创新影响的“创新投入——吸收重组过程——创新产出”的三维理论分析框架。该分析框架包含三个维度:首先是创新投入,指人工智能的投入,包括人工智能技术和开源平台以及云服务等切实可行的技术成果,人工智能投入是在智能芯片、大数据、算力算法等软硬件内部条件和基础设施、人才、资金和政策等外部条件下生成的,属于外生的解释变量。其次是吸收重组过程,将人工智能技术转换成产出的内在过程,包括主体创新、技术创新、组织创新和商业模式创新四种作用机制。最后是创新产出及影响,体现在产业变革、经济效益和社会发展方面,属于内生的被解释变量。

三、人工智能对创新的作用机制

基于人工智能的创新过程,其根本特征是将非人的人工智能技术视为创新主体之一和关键生产要素,实现人工智能与人类智能“双向互动,互相弥补”。因此,运用人工智能技术的创新具有人工智能与人类智能的互补性优势,通过主体创新、技术创新、组织创新、商业模式创新四种机制推动产业、经济和社会发展。

(一)作用机制一——拓展创新主体

关于人工智能是否具有主体性即“人性”存在理论分歧。阿兰·图灵认为“如果一台机器能够与人展开对话,并且会被人误以为它也是人,那么这台机器就具有智能”,即智能机器能通过“图灵测试”就可以认为具有智能主体性;②“人工智能之父”明斯基认同如果智能机器能够“做本需要人的智能才能做到的事情”,那么就具有主体性。③ 相反,塞尔的“中文屋”实验认为即使人工智能能够正确回答问题,但是依然不能理解问题,人工智能是不存在心智的;④孙伟平、戴益斌认为人工智能要具有人类一样的主体性,必须要具有人类智能的“广泛应用性”“高级智能性”“自我意识性”等属性,并从认识论、存在论和价值论的哲学角度认为人工智能不存在这三类属性,否认人工智能的主体性。⑤ 从人工智能技术发展演进过程看,人工智能的主体地位不一定是“是与否”的二元对立,而是一个主体性逐渐增强的连续性过程。就创新而言,人工智能的主体性定位不但增加了新的人工智能创新主体,而且提高了人类主体的创新能力。

人工智能基础上创新的最大特征是人工智能辅助甚至替代人类或人类组织成为创新主体之一。经典创新理论如三螺旋创新,更多的是将创新主体限定在人或由人构成的组织,随着人工智能技术发展,人类主体正在逐渐将自身智能赋予人工智能,正如人工智能哲学家斯洛曼教授指出,人工智能有三种:一是试图让机器做你所做的事;二是通过科学训练,使机器具有可以理解不同种类行为的能力;三是使机器具有动机、情感、情绪等能力。⑥ 现阶段,人工智能在模拟人类智能的视觉、听觉、味觉、嗅觉感觉和记忆、思维知觉及行为反应能力等方面都取得了突破性成就。在智能模拟视觉领域,面部识别、图片检索、医疗影像处理、无人驾驶等人工视觉传感技术较为成熟;在智能模拟听觉领域,语言识别、自然语言处理等技术广泛应用;在智能模拟嗅觉领域,电子狗、酒精探测器等人工嗅觉系统已经出现;在智能模拟触觉领域,情景感知技术已应用在可穿戴设备、避障技术处理上;在智能模拟记忆思维领域,信息存储提

---

① Heeks R., “Do information and communication technologies (ICTs) contribute to development?”, *Journal of International Development*, 2010, 22(5):625-640.

② TURING A M., “Computing machinery and intelligence”, *Mind*, 1950, 59(236):433-460.

③ MINSKY M., *Steps toward artificial intelligence*, Cambridge: MIT Press, 1961.

④ John R. Searle, “Is the Brain's Mind a Computer Program?” *Scientific American*, 1990, 262(1): 26-31.

⑤ 孙伟平、戴益斌:《关于人工智能主体地位的哲学思考》,《社会科学战线》2018年第7期,第20页。

⑥ 参见赵玉鹏、刘则渊:《情感、机器、认知——斯洛曼的人工智能哲学思想探析》,《自然辩证法通讯》2009年第2期,第95页。

取、深度学习、网络神经系统、知识图谱等机器学习技术取得突破;在智能模拟创造性领域,机器人创作的音乐、诗歌等艺术作品,在形式上与人类杰作不相上下;①在智能模拟动作行为领域,机器手臂、机器人等机器行为能够得到控制;在需要、动机、兴趣、意识、理想、信念、价值观和世界观等情感和意志领域还无法有效模拟,但人工智能具备了人类大部分感知觉和行为能力,尤其是在视觉、听觉、记忆和思维领域取得巨大进展,正从“弱人工智能”向“强人工智能”、“无自主意识”向“有自主意识”过渡,实现了由“被动利用”到“主动探索”、由“手段”到“目的”、由“客体”到“主体”的转变,正如福柯对“技术的主体性”的阐述,“技术并不仅仅是工具,或者不仅仅是达到目的的手段,相反,其是主体行动者,手段与目的密不可分”。② 因此,人工智能的主体性正在逐渐增强。

与此同时,人工智能还推动了人类主体的智能发展,赋予人类更强大的再创新能力。经过赋能训练的人工智能不仅在机械式感觉和智能型运算思维方面的效果和效率大大高于人类,而且其基于深度学习和网络神经系统技术进行智能分析、推理、判断、构思和决策等智能思维过程,甚至变成人类不可理解的“黑箱”。因此,人工智能又作为一种创新工具和资源,扩展、延伸甚至部分地取代人类在创新活动中的体力和脑力劳动,反过来赋予了人类和人类组织更高、更强、更优的创新能力,使得人类和人类组织的智能得以增强和衍生。

(二)作用机制二——搭建新兴技术创新基础平台

人工智能作为一种颠覆性技术,本身就是一项不断进步的技术创新产出。在人才、资金、政策、基础设施等基础条件支撑下,人工智能在 AI 芯片、算力算法等领域不断取得突破。早期创立 MP 脑模型,用机器模仿人脑结构和功能,随后开发了启发式搜索算法程序,如 checkers 程序、③通用问题求解器、④遗传算法⑤等就成为了解决特定问题的工具,随着福尔吉(Forgy)提出“Rete 匹配算法”、⑥麦克利兰(McClelland)和鲁梅尔哈特(Rumelhart)提出多层网络中的“逆向传播(BP)算法”、⑦卡罗尔(Carroll)提出专家系统之后,⑧从模型到算法、从理论分析到工程实现都取得了积极进展。随着互联网、物联网高速发展,需要在复杂环境下处理图像、视频和海量数据,2006 年亨顿(Hinton)开发了神经网络数据降维算法,⑨满足深度学习的大规模并行计算需求,开启了新一轮人工智能发展热潮。

人工智能不仅是一种技术创新产出,更是一种具有潜在驱动作用的通用目的性新兴技术基础平台。建立在神经网络和深度学习基础上的人工智能能够独立进行理解、学习与决策,为一系列新兴技术赋予了再创新的能力。根据 Gartner 公司发布的《2017 年新兴科技技术成熟度曲线》报告显示,未来五到十年最重要的 32 项新兴科技技术和五大新兴科技趋势都要以人工智能源技术为基础平台。⑩

---

① 卢文超:《论人工智能作品与人类作品之别》,《社会科学战线》2018 年第 11 期,第 200 页。

② Foucault, Michel, Sheridan, Alan,“Discipline and punish:the birth of the prison”,*telos*, 1979, 1978(36):169-183.

③ Samuel,A.,“Some studies in machine learning using the game of checkers”, *IBM Journal*, 1959(3), 210-229.

④ Newell, A. & Simon, H. A.,*GPS: A program that simulates human thought*, Oldenbourg. 1961.

⑤ Holland, J., *Adaptation in natural and artificial systems*, University of Michigan Press, 1975.

⑥ Forgy C L., “Rete: A fast algorithm for the many pattern/many object pattern match problem”, *Artificial Intelligence*, 1982,19(1):17-37.

⑦ McClelland, J., & Rumelhart, D, *Parallel distributed processing* (*Vol.* 2), MIT Press, 1986.

⑧ Carroll B.,“Artificial intelligence expert systems for clinical diagnosis: Are they worth the effort?”, *Systems Research and Behavioral Science*, 1987, 32(4):274-292.

⑨ Hinton, G.,“Reducing the dimensionality of data with neural networks”, *Science*, 2006, 313(5786), 504-507.

⑩ 参见张学义、范阿翔:《基于技术成熟度曲线的人工智能审视》,《科学技术哲学研究》2019 年第 2 期,第 16 页。

(三)作用机制三——推动组织创新

人工智能推动组织创新的作用机制体现在人(组织)机协同。已有的组织创新机制基于人类和人类组织,强调组织的协同、激励、驱动和演化等协作机制,而基于人工智能的组织创新协作机制在现有创新机制共建共商共治、强化激励、利益共享、博弈演化的基础上更加强调人机互动,通过人机互联融合,实现人类智能与人工智能的双向交互、相互适应及协同创造,以更高形态为创新服务。这种人机互动体现在组织权力、组织信息传递方式、组织结构、组织模式方面。

首先,人工智能技术作为一种“新权力”,①推动组织内外部的物流、信息流、资金流加速流动,通过智能决策技术、授权、参与式管理系统等,智能技术、组织各层级成员、外部利益相关者共同分享决策权力,原有的科层制组织权力架构持续变革。其次,ERP 系统、OA 系统等智能技术改变了组织惯有的信息传递方式,人机协作使得信息搜集、分析、连接的效率和速度显著提高。再次,信息传递方式(智能信息交流发表平台)便捷高效,又进一步推动组织结构从垂直型向扁平化过渡。②最后,人工智能使得“少人化”甚至“无人化”的组织模式越来越普遍,人工智能下的自动化生产方式替代部分人类劳动力,特别是在一些机械、重复的流水线操作环境下,机器人、机械臂结合智能程序和算法等“弱人工智能”广泛应用,使“无人工厂”“无人银行”“无人超市”“无人码头”等成为现实。

(四)作用机制四——打造新型商业模式

由于人工智能在智能生产制造和降低卖方、买方、平台交易费用的优势,造就了新的商业模式。③其一,实现价值创造从注重(生产同质产品)规模经济到注重个性化定制成为可能。派恩(Pine I I)等认为现代企业竞争的前沿是大规模定制,实施定制业务要满足四个条件:产品平台、学习曲线建模、快速成型制造和服务定制、时间及成本控制,即要以市场需求导向,在不增加成本前提下满足消费者日益精细化、个性化的产品服务需求。④数字信息技术和智能制造技术等人工智能应用整合了价值网络中各主体资源,为实现价值共创的个性化定制商业模式提供了全流程的技术支撑,⑤推动价值共创的个性化定制生产业务型商业模式成为现实。其二,实现商业模式从业务战略为主向智能平台战略为主转型。荣(Rong)从技术、应用和组织三个角度,探讨数字智能平台在商业生态系统生命周期(BELC)的诞生阶段、扩张阶段、权威阶段和更新阶段所发挥的作用。⑥胡海波、卢海涛运用探索性案例研究方法,分析了智能数字技术通过结构赋能(个性化服务、私人定制、职能管理)和资源赋能(电商平台、物联网、B2B 模式)实现企业由业务战略到商业生态系统的演进。⑦可见,智能互联网络正在“激活”传统商业沉淀的高价值数据,改善业务流程,降低运营成本,推动传统商业模式向智能平台、生态系统等现代商业模式转变。

---

① Heimans J.,Timms H.,“ Understanding‘New Power’”,*Harvard Business Review*,2014,92,(12): 48-56.

② Russell S, Norvig P.,*Artificial Intelligence: A Modern Approach*, *3rd Edition*, Prentice Hall. 2010.

③ 李纯青、逯琳琳、张洁丽:《基于人工智能的效果付费对商业模式创新的作用机理研究》,《西北大学学报(哲学社会科学版)》2020 年第 3 期,第 119 页。

④ Pine I I, Victor B, Boynton A C., “Making Mass Customization Work”, *Harvard Business Review*, 1993, 71(5):108-117.

⑤ 周文辉、王鹏程、杨苗:《数字化赋能促进大规模定制技术创新》,《科学学研究》2018 年第 8 期,第 1516 页。

⑥ Rong K, Lin Y, Shi Y, et al, “Linking business ecosystem lifecycle with platform strategy: a triple view of technology, application and organization”, *International Journal of Technology Management*, 2013, 62(1):75-94.

⑦ 胡海波、卢海涛:《企业商业生态系统演化中价值共创研究——数字化赋能视角》,《经济管理》2018 年第 8 期,第 55 页。

四、人工智能对创新产出的影响

(一)培育新产业,变革旧产业

以人工智能科技为支撑的创新,不仅培育了新型产业,也变革了传统产业,而传统创新模式在催生新产业的同时往往伴随着旧产业的淘汰。

人工智能在智能算法、大数据、云计算等基础理论支撑下,孕育了智能芯片、激光雷达、传感设备、语言处理、视觉传达等新兴科技产业,培育出一大批无人机、智能汽车、翻译设备、传感器、机器人、信息检索等高技术企业。根据中国信息通信研究院发布的《全球人工智能产业数据报告》显示:截至 2019 年 3 月,全球范围内以人工智能技术或产品为核心业务的企业共计 5386 家,美国以 2169 家位列世界第一,中国大陆地区有人工智能企业 1189 家,位列世界第二,与人工智能相关的企业已超过 2000 家;全球人工智能累计投融资规模超过 1200 亿美元,产生了 Afiniti、BenevolentAI、Automation Anywhere、Tempus、字节跳动、第四范式、商汤科技等 40 多家市值超过 10 亿美元的独角兽企业。①

人工智能的产业影响还体现在对传统产业的改造和变革上,人工智能技术广泛应用于金融保险、家居、交通、物流、教育、安防、零售、电力、广告、能源、游戏、医疗保健等传统产业领域,大大提高了生产效率。贝斯特(Best A)研究了具有气象、传感和交通控制功能的自主车辆人工智能系统对汽车产业的创新推动作用;②斯塔伊奇(Stajic J)研究了人工智能技术在象棋、围棋等信息对称和扑克牌等信息非对称条件下如何应用于娱乐游戏产业;③在教育领域,人工智能对计算机辅助教学④、网络远程教育⑤、自主学习等行业进行了改造提升;在医疗领域,人工智能已在疾病预测、诊断筛选、医学影像分析、精准医疗、手术、术后康复及新药研发等场景临床应用,⑥发展完善了传统医疗保健行业,如布罗德斯(Broeders)探讨机器人通过精细操作解决医生灵活性差的问题,机器人手术具有手术刀口更小、失血量更小、病人痛苦减小、术后康复更快等特征,对传统手术带来巨大变革。⑦

(二)促进经济发展,拉大收入差距

人工智能在经济方面的创新产出主要体现在生产效率和经济增长、就业、收入分配等。

在生产效率和经济增长方面,人工智能具有自动化和智能化特征,在科学、技术、国防、商业等许多领域产生潜在经济效益。⑧布林约夫松(Brynjolfsson)等将人工智能视为关键生产要素,通过两条途径实现生产效率提升,从而推动经济增长:其一,通过发展机器人技术等实现工作任务智能自动化,直接从生

---

① 中国信息通信研究院数据研究中心:《全球人工智能产业数据报告(2019Q1)》,第 4—8 页,http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/qwsj/201905/t20190523_200128.htm,访问日期:2020 年 4 月 29 日。

② Best A, Narang S, Pasqualin L, et al, " AutonoVi-Sim: Autonomous Vehicle Simulation Platform with Weather, Sensing, and Traffic Control" *CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops* (*CVPRW*), *IEEE*,2018.

③ Stajic J.,"Artificial intelligence masters poker", *Science*, 2017 (6337):497.

④ Jaime R. Carbonell, " AI in CAI: An Artificial-Intelligence Approach to Computer-Assisted Instruction". *IEEE Transactions*, 197111(4):190-202.

⑤ Brusilovsky, Peter, and C. Peylo, "Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems", *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2003, 13(2).

⑥ Johnson K W, Soto J T, Glicksberg B S, et al, " Artificial Intelligence in Cardiology ", *Journal of the American College of Cardiology*, 2018, 71(23):2668-2679.

⑦ Broeders I A M J, Ruurda J.,"Robotics revolutionizing surgery: the Intuitive Surgical"Da Vinci"system", *Industrial Robot An International Journal*, 2001, 28(5):387-392.

⑧ Nilsson, N. J., Artificial Intelligence, Employment, and Income, *Impacts of Artificial Intelligence: Scientific, Technological, Military, Economic, Societal, and Political*,*DBLP*,1986.

产技术上提高劳动生产率；其二，人工智能与资本、劳动力和管理相结合，提升了资本效率、劳动者能力和组织效率，间接提高了劳动生产率。①汉森（hanson）认为智能技术比一般技术迭代更快，机器人的劳动投入可以在条件允许情况下爆发式增长，从而使生产效率呈指数级增长，促进经济跨越式增长。②布林约夫松、亨特和琴（Brynjolfsson, Erik, L. M. Hitt and H. H. Kim）通过分析 179 家大型上市企业的业务实践和信息技术投资的调查数据发现，采用数据驱动智能决策的企业比采用一般信息技术的企业，生产效率要高出 5%-6%；采用数据驱动智能决策的企业还同时提高了资产利用率、权益回报率和市值等其他绩效指标。③科罗曼（Kromann L）等运用欧洲跨国制造业数据证实，工业机器人的广泛使用提高了生产自动化程度，从而使制造业的生产效率提高了 30%。④格雷兹和迈克尔（Graetz G and Michaels G）利用 1993—2007 年 17 个国家的相关数据发现，机器人使用量的增加提高了工资和全要素生产率，使各国的平均经济增长率提高了约 0.37 个百分点。⑤

在就业方面抑制和创造效应叠加。一方面，人工智能技术广泛应用部分替代了人类劳动，在一定程度上减少了人类的工作岗位；另一方面，人工智能催生的新产业及资本化作用创造了新的工作岗位。本泽尔（Benzell）等认为人工智能产生的自动化生产方式将替代人的劳动，由此产生失业；⑥阿西莫格鲁和瑞斯特雷波（Acemoglu D, Restrepo P）提出了一个自动化和人工智能对劳动力、工资和就业需求影响的研究框架，发现人工智能自动化对劳动力会产生替代和恢复两方面作用，根据美国近 30 年技术变革和工资数据发现替代作用逐渐增强；⑦沙克斯和柯特利科夫（Sachs, Kotlikoff）⑧、诺德豪斯（Nordhaus）⑨、本森（Bessen）⑩等认为，长期来看人工智能自动化提高了生产率，就业机会也随着生产效率提高而增长，并指出技术进步是否促进就业的根本原因在于市场是否饱和；杜传忠、许冰认为以人工智能等为代表的第四次工业革命是一种“技能型技术变革”，推动劳动力就业人数在价值链上的“倒 U”型分布将逐渐改变，在研发和销售环节就业人数将逐渐增加，生产环节人数将逐步减少；⑪安迪·冯和乔治·格瑞滋（Andy·Feng and Georg·Graetz）认为由于工作复杂程度和工资成本差异，人工智能在高度复杂和低工资工作中应用不足，在中等复杂程度且附加值较大的工作岗位应用广泛，这将导致工作两极分化，证据表

---

① Brynjolfsson, Erik, D. Rock, and C. Syverson, “Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics”, *Social Science Electronic Publishing*, 2017.

② Hanson, R., *Economic growth given machine intelligence*, University of California, Berkeley, 2001.

③ Brynjolfsson, Erik, L. M. Hitt, and H. H. Kim, “Strength in Numbers: How Does Data-Driven Decisionmaking Affect Firm Performance?”, *SSRN Electronic Journal*, 2011(1).

④ Kromann L, Rose Skaksen J, Sørensen A., “Automation, Labor Productivity and Employment: A Cross Country Comparison”, *Fredriksberg: Centre for Economic and Business Research*, *Copenhagen Business School*, 2011.

⑤ Graetz, Georg, and G. Michaels, “Robots at work: the impact on productivity and jobs”, Centrepiece the Magazine for Economic Performance, 2015.

⑥ Benzell, S. G., L. J. Kotlikoff, G. LaGarda, J. D. Sachs, “Robots Are Us: Some Economics of Human Replacement”, *Working Paper*, 2017.

⑦ Acemoglu, D. and P. Restrepo, “Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor”, *Journal of Economic Perspectives*, 2019, 33: 3-30.

⑧ Sachs, J. D. and L. Kotlikoff, “Smart Machines and Long-Term Misery”, *Working Paper*, 2012.

⑨ Nordhaus, W., “Are We Approaching an Economic Singularity? Information Technology and the Future of Economic Growth”, *Working Paper*, 2015.

⑩ Bessen, J. E., Automation and jobs: when technology boosts employment. *Social Science Electronic Publishing*, 2017.

⑪ 杜传忠、许冰：《第四次工业革命对就业结构的影响及中国的对策》，《社会科学战线》2018 年第 2 期，第 71 页。

明机器并没有显著减少总就业人数,但降低了中技能工人的工作份额;①福尔曼(Furman)研究表明,人工智能和机器人技术的应用对就业影响存在行业差异,对有些职业或行业影响是正面的,而对有些职业或行业会带来劳动力市场的动荡。鉴于此,要采取建立人工智能研发监管机构、扩大反垄断执法、全民基本收入和就业保障政策等手段促进人工智能提升生产效率的同时减轻其对劳动力市场的不利影响。②

加剧收入分配不平等。大卫·奥特(David·Autor)认为人工智能和机器人技术在提高生产效率的同时,替换了部分劳动力,经济领域主要问题不再是稀缺而是分配;③伯德(Berg A)等认为人工智能对传统资本和人类劳动的可替代性不同,资本和技术在收入分配中占比将会增加,劳动力收入占比将会降低,从而带来一定的收入不平等;④吉维和努赛尔(Gevel A, Noussair C N)认为,考虑到发达经济体 GDP 的三分之二用于支付劳动力报酬,使劳动生产效率大大提高的人工智能,将降低劳动力成本;⑤迪卡尼奥和史蒂芬(DeCanio, Stephen J)认为人工智能对收入分配的影响,既取决于总生产关系,也取决于人类劳动和机器人劳动之间的替代弹性,基于可变因素生产率概率分布的 Houthakker 模型,分析美国生产率的横截面数据显示:在其他条件相同的情况下,如果人类劳动和机器人劳动之间的替代弹性大于 1.9,人工智能技术发展将导致总工资下降,对于制造业而言,随着机器人大量涌现,人与机器人的替代弹性更小,进一步导致制造业工人的工资下降,需要采取措施推动机器人资本回报在人群中广泛分配。⑥

(三)增进社会福祉,转变生活方式

基于人工智能的创新产出对社会财富、生活方式、公共安全、生态环境、法律伦理等社会各方面也产生了深刻影响。不可否认,人工智能技术嵌入社会对现有法律规范和伦理道德产生挑战,但促进社会财富增长、幸福健康的生活方式、持久的安全保护和良好生态等社会合意性才是创新最终目标。

首先,人工智能推动了社会财富增长。阿古昂(Aghion)等认为人工智能的自动化生产方式驱动经济增长,降低生产成本,人们可以以更低廉价格购买商品和服务,人工智能对社会财富的推动作用要大于对经济增长的促进作用;⑦但由于错误计量和技术滞后的影响,国家经济统计数据可能无法衡量人工智能技术的全部社会财富效益。

其次,人工智能改变了人类生活方式。人工智能高效率的智能化生产推动物质产品极大丰富,并将人类从繁琐枯燥的流水线劳动中解放出来,使人类有条件按照自己的意愿和目标行动,从事更有价值的劳动或生活。人工智能与智能家居、智能出行、智能教育、饮食健康⑧等日常生活方式息息相关,大大提

---

① Andy Feng, and Georg Graetz, “Rise of the machines: the effects of labor-saving innovations on jobs and wages”, *social science electronic publishing*, 2015.

② Furman, J. and R. Seamans, “AI and the Economy”, *Innovation Policy and the Economy*, 2019, 19: 161-191.

③ David, H. Autor, “Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation”, *Journal of Economic perspectives*,2015,29(3):3-30.

④ Berg A, Buffie E F, Zanna L F., “Should we fear the robot revolution? (The correct answer is yes)”, *Journal of Monetary Economics*, 2018, 97(AUG.):117-148.

⑤ Gevel A, Noussair C N. “The Nexus between Artificial Intelligence and Economics”, *Social Science Electronic Publishing*, 2013,2012-087 : 1-110.

⑥ DeCanio, Stephen J., “Robots and Humans——Complements or Substitutes?”, *Journal of Macroeconomics*, 2016, 49(1):280-291.

⑦ Aghion, Philippe, B. F. Jones, and C. I. Jones, “Artificial Intelligence and Economic Growth.” NBER Working Papers (2017).

⑧ Goyache F, Bahamonde A, Alonso J, et al, “The usefulness of Artificial Intelligence techniques to assess subjective quality of products in the food industry”, *Trends in Food Science & Technology*, 2001, 12(10):370-381.

高了人类生活质量水平。德克尔(Decker M)提出机器人在老年人或弱者护理中的应用,提高了老龄化社会的人类福祉。①

再次,人工智能增进了社会安全。人工智能通过图像或视频监测、目标定位和追踪、场景解析、行为识别等智能技术,在打击犯罪、侦查和预防恐怖活动等公共安全领域发挥了重要价值。②亚伯拉罕、穆达和周(Abraham A, Muda A, Choo Y H)认为模式识别和图像分析等人工智能技术结合物流网在智能安防领域的创新应用,能有效地降低犯罪率。③

最后,人工智能降低能耗并改善生态环境。利用智能传感器、无人机、物流网、大数据运算等进行实时监测动态化管理,通过分析和优化能提供有针对性的节能策略,帮助家庭、企业及各类机构降低水、电、气等能源能耗,提高能源使用率,改善生态环境。苏·埃伦·豪普特(Sue Ellen Haupt)研究了神经网络、决策树、遗传算法和模糊逻辑等人工智能技术在生态环境中的应用,提出智能采集和分析环境信息数据,提供智能环境决策,加快环保理念和知识传播,提供环保智能解决方案四种路径。④周鸿、克里斯托弗·诺贝尔和朱莉·科特(Hong Zhou, Christopher Noble, Julie Cotter)构建了基于大数据的智能决策支持系统(B-IDSS),为农场、矿场、森林等环保产业的业务活动进行超前规划、协同和管理,以实现生态和经济社会的可持续发展。⑤

五、结　语

基于人工智能的创新通过拓展新主体、培育新技术、打造新组织、塑造新商业模式等作用机制,对产业升级、经济增长、社会发展产生了深远影响。人工智能不可避免地也改变着工作内涵、收入分配、权力结构、人类情感、价值观念等,影响人类生产生活方式,其负面效应不容忽视。

人工智能在催生新产业、变革旧产业的同时,也给传统产业特别是劳动密集型产业造成挑战。随着人工智能赋能作用的增强,人工智能开始取代许多流水线工作,大大减少对人类劳动的需要,对智能技术应用能力不强、资金薄弱的低附加值劳动密集型产业会逐渐被智能制造的技术密集型和资金密集型产业替代,结构性失业问题将会凸显。⑥

人工智能在推动经济增长提升经济效益的同时,也可能带来收入分配不公平问题。由技术和资本实现的人工智能技术在价值创造中发挥的作用逐渐增强,减少劳动要素在收入分配中的比重,其产生的价值鸿沟和“数字利维坦”,将加剧收入不平等。政府、企业和劳动者应采取基本社会保障、转移支付、教育培训、新兴职业认可等多种措施,以抵消人工智能对收入分配的负面影响。

人工智能嵌入社会网络后产生的法律责任问题、社会伦理问题、社会公平问题、军备竞赛问题和对未来社会潜在风险不容小觑。第一,人工智能的法律责任难以界定。哈勒维(Hallevy)研究发现,犯罪

---

① Decker M., “Caregiving robots and ethical reflection: the perspective of interdisciplinary technology assessment”, *Ai & Society*, 2008, 22(3): 315-330.

② Aldrich R J., “Transatlantic intelligence and security cooperation”, *International Affairs*, 2004, 80.

③ Abraham A, Muda A K, Choo Y H., “Pattern Analysis, Intelligent Security and the Internet of Things, *Advances in Intelligent Systems & Computing*, 2015, 355(5):266-74.

④ Sue Ellen Haupt, AntonelloPasini, and CarenMarzban, *Artificial Intelligence Methods in the Environmental Sciences*, Springer Netherlands, 2009.

⑤ Hong Zhou, Christopher Noble, Julie Cotter, “A Big Data Based Intelligent Decision Support System for Sustainable Regional Development”, *IEEE International Conference on Smart City/SocialCom/SustainCom (SmartCity)*, IEEE, 2015.

⑥ Nilsson, N. J., Artificial Intelligence, Employment, and Income, *Impacts of Artificial Intelligence: Scientific, Technological, Military, Economic, Societal, and Political*, *DBLP*, 1986.

行为已经由人工智能实体或通过它们来实施,但不同形式(他人责任、自然-可能-后果责任、直接责任)的人工智能实体的刑事责任鉴别和一般性惩罚存在很多困难。①第二,人机边界模糊导致社会伦理问题。人工智能在老年人护理、医疗诊断等领域的应用增进了人类健康,提高了预期寿命,但人机协同出现的人权伦理、责任伦理、代际伦理及隐私等道德问题值得关注。第三,人工智能替代中等技能的工作岗位最为显著,使社会分化成少数高技能的精英阶层和在科技、经济、政治意义上无关紧要的多数底层,社会结构的二元性和不平等性特征更为明显。第四,人工智能衍生军备竞赛问题。维姆·诺德和 N.迪米特里(Wim Naudé, Dimitri. N)认为在先发优势和赢者通吃效应刺激下,各国加强对通用人工智能的军备竞赛,会对人类生存构成威胁。②第五,人工智能技术发展对未来社会发展的潜在风险。从人工智能技术发展阶段看,未来将出现超人工智能,其超越人类自我学习、自适应能力会导致奇点(the singularity)到来,对人类社会和人类文明产生挑战甚至终结。

因此,要重视人工智能的复杂性、隐蔽性、不确定性等特点,完善人工智能相关法律法规,探索将法律法规和伦理原则嵌入到人工智能的创新治理中。经济合作与发展组织(OECD)发布的《人工智能理事会建议》主张在利用人工智能技术的同时加强对人工智能技术的监管,制定相应法律伦理原则共同抵制人工智能存在的数据垄断、算法歧视、智能滥用、深度造假等问题。中国制定了《新一代人工智能治理原则——发展负责任的人工智能》,提出"和谐友好、公平公正、包容共享、尊重隐私、安全可控、共担责任、开放协作、敏捷治理"八条原则。③

AI-based Innovative Change

Zhang Wenguang, Wu Yingxiong

(*School of Government*, *Beijing Normal University*, *Beijing* 100875, *China*)

Abstract: As a general-purpose technology, AI technology has the dual property of innovative output and innovative input. Based on the value of the widespread application of AI technology, and on the sorting of the innovation paradigm, a three-dimensional analytical framework (including AI innovation input; the process of absorption and reorganization; and AI innovation output) has been constructed, in which is discussed the promotion made by AI upon innovation through such four mechanisms as expanding the main body of innovation, building a basic platform for the innovation of emerging technology, promoting organizational innovation and creating new business models. And the analysis of its effects on industrial upgrading, economic growth and social development is of realistic value.

Key words: artificial intelligence (AI), innovation, functional mechanism

(责任编辑 刘曙光)

① Hallevy G., "The Criminal Liability of Artificial Intelligence Entities", SSRN Electronic Journal, 2010. Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=1564096,访问日期:2019 年 10 月 25 日。

② Wim Naudé, Dimitri. N., "The race for an artificial general intelligence: implications for public policy", *Ai & Society*, 2019(4).

③ 科技部:《新一代人工智能治理原则——发展负责任的人工智能》,2019 年 6 月 17 号, http://www.most.gov.cn/kjbgz/201906/t20190617_147107.htm,访问日期:2020 年 4 月 28 日。